第45卷 第6期
2022年11月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 45 No. 6
Nov. 2022

新疆区域经济联系网络时空格局演变

李 南， 李晓东， 刘 想， 刘柏伶
（新疆大学地理与遥感科学学院，新疆 乌鲁木齐 830017）

摘 要：以新疆15个地州市为研究对象，运用区域流强度模型和引力模型，分析2010—2019年新疆辐射能力以及区域间的经济联系，采用社会网络分析方法探究经济联系网络结构演变特征，为优化新疆区域经济网络结构和区域经济一体化发展提出建议。结果表明：(1) 区域流强度整体表现为北高南低的发展格局，10 a间平均提升率达60%，以乌鲁木齐市和喀什地区为首区域流强度相关指标增长最为显著，但中心区域的辐射带动能力总体较弱。(2) 2019年新疆弱经济联系数量占比降至48.57%，低等级经济联系格局显著，逐步形成以乌鲁木齐市为中心、克拉玛依市和石河子市为次中心的放射状空间联系格局，10 a间经济联系整体略有增长，过程中虹吸效应远大于涓滴效应。(3) 网络中心势2019年达63.61%，整体中心性水平以极化效应为主，区域经济发展不均衡，凝聚子群内部成员不断发生变化，空间分割现象显著。新疆整体经济联系时空网络格局"核心-边缘"现象显著，呈现出"东北强、西南弱"的空间分布格局。

关 键 词：区域流强度；经济联系；社会网络分析；新疆
文章编号：1000-6060(2022)06-1978-10(1978~1987)

在经济全球化和区域经济一体化的背景下，区域间的经济联系日益紧密，空间格局呈现出网状结构，逐渐得到全社会的普遍关注[1]。区域经济空间网络已成为各类要素在其中互相渗透与交换的载体，也是促进区域经济协调发展，缩小经济差距的重要途经，以区域经济联系网络视角下探究区域经济发展演变格局，对优化区域协调发展模式具有一定现实意义，西部大开发战略、"一带一路"丝绸之路经济带提出为实现区域协调发展奠定基础。

目前，在学术界有关区域经济联系测量方法主要有两种。一种是采用引力模型，分析距离衰减和空间经济相互作用，通常选用包括人口、生产总值和距离等指标。Reilly[2]将物理模型改进，提出零售引力定律，区域间经济联系进入定量分析阶段。Zipf[3]将引力定律用于区域空间相互作用中，并建立相关理论基础。顾朝林等[4]运用重力模型方法对中国城市间的空间联系强度进行定量计算，据此刻画出中国城市体系的空间联系状态并划分出2个Ⅰ级、7个Ⅱ级、64个Ⅲ级空间组合。赵东霞等[5]基于空间相互作用的重力模型、隶属度模型和潜能模型等方法，提出了流域型城市及其格局的概念。叶珊珊等[6]引用城市流强度修正传统引力模型，能够准确测度城市群经济联系网络结构和反映其演变过程和发展中存在的问题。另一种是Castells[7]提出的流空间理论，突显节点在区域网络中的重要地位，采用例如人流、资金流和物流等各类要素流数据，反映区域经济联系，分析区域外向功能所产生的影响。孙阳等[8]以流空间中物流数据的采集分析中国城市联系空间格局，认为此判别真实且有效。王开泳等[9]基于微博发送量，作为判别城市之间的空间联系强度的补充方法。自此，学者们从不同时间、不同模式下运用数学模型和计量方法探讨不同城市群[10-12]和经济带[13-14]以及粤港澳大湾区[15]的经济演变格局，丰富区域空间经济联系研究成果，其中引力模型、城市流模型和社会网络分析方法已经被广泛用于探究西北地区在不同影响因素下经济联系网

收稿日期：2022-03-22； **修订日期**：2022-05-05
基金项目：国家自然科学基金项目(41861037)资助
作者简介：李南(1997-)，女，硕士研究生，主要从事经济地理研究. E-mail: 377030752@qq.com
通讯作者：李晓东(1964-)，男，博士，副教授，主要从事人文地理与旅游规划研究. E-mail: xd_ljm@163.com

络特征[16-20]。

中共中央在2010—2020年先后3次召开新疆工作座谈会，部署一系列新疆工作重大决策，推动新疆经济、社会各项事业步入新征程。新疆与其他区域间资金、技术、人流、物流等各方面的交流日益频繁，经济联系以超越以往的速度增加，但与此同时新疆内部各地州市经济发展与联系间存在失调问题。因此，开展新疆区域经济格局演变研究，对于探讨如何扩展新疆核心区域辐射带动能力，加快优化区域经济结构，将新疆自身的区域性开放战略与国家向西开放的总体格局有机融合，对打造内陆和沿边开放的高地，推动新疆经济高质量发展等方面具有参考价值。

基于以上背景，以新疆乌鲁木齐市、克拉玛依市、石河子市、吐鲁番市、哈密市、昌吉回族自治州（昌吉州）、伊犁哈萨克自治州直属县市（伊犁州直）、塔城地区、阿勒泰地区、博尔塔拉蒙古自治州（博州）、巴音郭楞蒙古自治州（巴州）、阿克苏地区、克孜勒苏柯尔克孜自治州（克州）、喀什地区、和田地区15个地州市为研究区域。以2010、2015年和2019年为时间截点，选取分行业城镇非私营单位年末在岗职工从业人员数量和衡量区域综合质量等指标；依托区域流模型和引力模型，测算区域流强度、区域经济联系，运用社会网络分析，探讨新疆经济联系网络时空格局演变。

1 数据与方法

1.1 数据来源

基础数据来源于《新疆统计年鉴》(2011、2016年和2020年)，以各地州市年鉴以及国民经济和社会发展统计公报等作为补充，获取新疆15个地州市划分为19个部门的从业人员、总从业人员以及月均工资和评价各地州市发展质量的基础数据；通过百度地图获取新疆15个地州市之间最短驾车距离数据。

1.2 研究方法

1.2.1 区域流强度模型 该模型原名为“城市流模型”，由中国城市规划设计研究院于1994年提出，将研究区域内发生的双向或多向的流动现象定义为城市流[21]，在新疆各地州市间应用为区域流，区域流强度指在各区域联系中，区域的集聚与辐射所产生的影响量，可以反映区域与外界联系程度的高低。计算公式为[22]：

$$F = N \times E \tag{1}$$

式中：F为区域流强度；N为区域功能效益，运用各行业部门组织员工的月均工资代替，不同年份和行业部门的月均工资不同，能够反映不同部门外向功所产生的实际影响和功能效益[23]；E为区域外向功能量，区域能否产生外向功能量是由具体某一部门从业人员的区位熵决定的。

区位熵(L_{Qij})，又称专门化率，由Haggett[24]首先提出并运用于区域分析中，城市部门从业人员区位熵计算公式如下：

$$L_{Qij} = \frac{G_{ij}/G_i}{G_j/G} \quad (i = 1, 2, \cdots, n;\ j = 1, 2, \cdots, m) \tag{2}$$

$$E_{ij} = G_{ij} - G_i \times \left(\frac{G_j}{G}\right) \tag{3}$$

$$E_i = \sum_{j=1}^{n} E_{ij} \tag{4}$$

$$K_i = E_i / G_i \tag{5}$$

式中：G_{ij}为i区域中j部门的从业人员数量；G_i为i区域中总从业人员数量；G_j为全部研究区域j部门从业人员数量；G为全部研究区域总从业人员；n为研究区域数量；m为部门数量；E_{ij}为区域i中j部门的外向功能量；E_i为i区域中m个部门的总外向功能量[25]；K_i为i区域外向功能量占总功能量的比例，反映了i区域总功能量的外向程度，称之为区域流倾向度[26]。若$L_{Qij} < 1$，则代表该区域该部门不具备外向服务功能，是自给性部门；若$L_{Qij} > 1$，则代表该区域该部门具有外向功能量，可以为外界提供服务，该数值越大，专业化水平越高。

1.2.2 引力模型 引力模型通过借鉴万有引力定律测度区域之间的经济联系，采用修正的引力模型来度量新疆各地州市之间的经济联系程度，计算公式为：

$$R_{ij} = k\frac{M_i M_j}{d_{ij}^b} \tag{6}$$

$$P_{ij} = R_{ij} \Big/ \sum_{j=1}^{n} R_{ij} \tag{7}$$

式中：R_{ij}为2个区域间的经济联系强度；M_i和M_j分别为区域i和区域j的质量；d_{ij}为区域i和区域j之间的最短公路里程；摩擦系数b和k值借鉴顾朝林等[4]研究成果，分别取2和1；P_{ij}为经济联系隶属

度，表示经济联系的方向和集中度；n 为研究区域数量[27]。本文从经济发展水平、社会发展水平、居民生活水平3个方面选取18项指标构建区域质量评价指标体系（表1），运用熵值法来测量区域质量，有效克服指标间的信息叠加现象[28]。

1.2.3 社会网络分析 社会网络分析是由社会学家将数学方法、图论和矩阵等分析网络结构的个体属性和整体属性[24]，点度中心度可以用来展现区域在网络中的中心地位，占据中心的区域方便获取各种资源要素以及影响带动其余区域，有更强烈的集聚与扩散效应[29]。考察区域节点之间的关系模式，对子群间亲疏关系进行界定，"子群"在本文中指一些区域团体，它们之间的经济联系更为紧密，各种经济资源要素在其中流动的更为频繁，为区域经济良性发展起到积极作用[30]。

将由引力模型得到的3个时间截点的15×15经济隶属度矩阵导入Ucinet 6.2软件，采用中心性和凝聚子群指标，分析新疆区域经济联系网络中各节点的中心地位以及子群的数量、层级和组成成员的变动情况，有利于掌握新疆区域经济网络格局的发展状况。

2 结果与分析

2.1 区域流分析

利用区域流强度等模型，对2010、2015年和2019年新疆15个地州市的总外向功能量、区域流强度和区域流倾向度等进行测算和比较（表2）。

2.1.1 外向功能量 由表2可得：各地州市均有一定的外向功能量，但强度各不相同，且随着时间的变化，数值有上下浮动现象。从总外向功能量而言，乌鲁木齐市作为新疆首府自2010年的14.76上涨至2015年的20.09，虽2019年略有下降，但一直高于其他区域，说明乌鲁木齐市发挥了首府经济中心的积极辐射和带动作用；石河子市、克拉玛依市、昌吉州临近乌鲁木齐市且是天山北坡经济带重要组成部分，总外向功能量在10 a间均位居前列。塔城地区变化率较大，2019年比2015年外向功能量降低了7.04倍；克州和巴州等多地外向功能量在10 a间皆小于5，且主要由第一、第二产业贡献，第三产业中外向服务基础部门较少，致使外向功能量数值不高且略有下降，故无法将各种要素流辐射到周边地区。

2.1.2 区域流强度 利用ArcGIS 10.2反距离权重法对新疆15个地州市2010—2019年的区域流强度做空间插值分析（图1）。从图1可看出，新疆区域流强度整体有所抬升，逐步从以天山北坡经济带为中心的发展模式向南疆区域流发展相对欠缺地区转变。具体表现特征如下：

（1）区域流强度的形成中心—外围梯度差异性特征，乌鲁木齐市、石河子市、昌吉州和克拉玛依市优势明显，诸多要素均趋于流入并集聚于此，对周

表1 新疆地州市质量评价指标体系

Tab. 1 Evaluation index system for comprehensive strength of cities and prefectrues in Xinjiang

指标类型	具体指标	指标权重	指标属性
经济发展水平	国内生产总值(GDP)总量/10^8元	0.0604	正
	第一产业产值占总产值的比重/%	0.0260	负
	第三产业产值占总产值的比重/%	0.0260	正
	产业高级化指数(第三产业/第二产业)	0.0442	正
	经济增长率/%	0.0378	正
	第二、三产业从业人员比重/%	0.0144	正
	进出口贸易额占GDP比重	0.1599	正
社会发展水平	每万人拥有卫生机构床位数/张	0.0620	正
	每万人拥有卫生技术人员数	0.0535	正
	每万人普通高等学校学生数	0.1360	正
	普通高等学校教师数	0.1296	正
	城镇人口占总人口比重/%	0.0408	正
	城镇登记失业率/%	0.0332	负
居民生活水平	城镇单位在岗职工平均工资/元	0.0577	正
	居民人均可支配收入/元	0.0252	正
	城镇职工基本养老保险/10^4人	0.0930	正
	人均社会消费品零售总额/元	0.0513	正
	人均全社会固定资产投资/元	0.0489	正

表2　新疆地州市总外向功能量、区域流强度、区域流倾向度

Tab. 2　Extrovert energy, regional flow intensity and the degree of regional agglomeration of cities and prefectrues in Xinjiang

地州市	总外向功能量			区域流强度			区域流倾向度		
	2010年	2015年	2019年	2010年	2015年	2019年	2010年	2015年	2019年
乌鲁木齐市	14.76	20.09	19.23	60.41	141.19	183.67	0.33	0.28	0.26
克拉玛依市	7.73	8.27	6.21	30.16	61.97	61.30	0.46	0.43	0.33
石河子市	3.81	4.24	3.37	13.43	28.96	27.04	0.42	0.41	0.39
吐鲁番市	2.32	2.09	1.57	6.77	12.45	12.54	0.25	0.24	0.16
哈密市	1.45	1.87	1.86	4.66	11.39	15.23	0.18	0.19	0.18
昌吉州	2.80	5.16	3.65	9.21	31.97	28.68	0.15	0.21	0.17
伊犁州直	3.06	3.98	3.58	8.72	21.50	23.97	0.12	0.14	0.12
塔城地区	7.74	8.04	1.12	21.61	42.83	7.80	0.43	0.41	0.10
阿勒泰地区	2.59	3.09	1.87	7.44	16.96	13.01	0.28	0.34	0.21
博州	2.56	1.86	1.28	7.66	9.77	8.86	0.35	0.22	0.18
巴州	1.84	2.22	2.34	5.80	13.41	18.75	0.11	0.11	0.11
阿克苏地区	2.31	3.85	2.81	6.65	20.31	19.14	0.13	0.18	0.13
克州	1.49	1.75	1.65	3.70	9.17	11.27	0.33	0.31	0.23
喀什地区	5.25	6.87	7.56	15.00	39.64	50.12	0.27	0.26	0.22
和田地区	2.69	4.07	6.12	7.70	21.48	41.63	0.28	0.32	0.34

围区域具有强烈的辐射带动作用，但是仍然会表现出与南疆各地州之间巨大的差异性，例如在2010年乌鲁木齐市区域流强度是阿克苏地区的6.4倍，至2019年增长至6.8倍，与克州区域流强度差异由2010年的9.9倍扩大至2019年的11.7倍。

（2）区域流强度整体表现为北高南低的发展格局。2010—2019年新疆各地州市区域流强度发展不平衡趋势明显，整体格局呈北高南低。在10 a发展中整体区域流强度有所提高，同时区域内部间的差异也在急剧地增加，南疆四地州发展基础较差，且发展速度也相对较慢。例如，2010年塔城地区区域流强度为21.61，也高于南疆区域流强度最高的喀什地区；且克州与阿克苏地区距离乌鲁木齐市等区域性中心城市较远，受到的带动辐射作用甚小，导致南北差距日益增大。因此新疆今后应着力建设南疆区域中心，提高区域流强度。

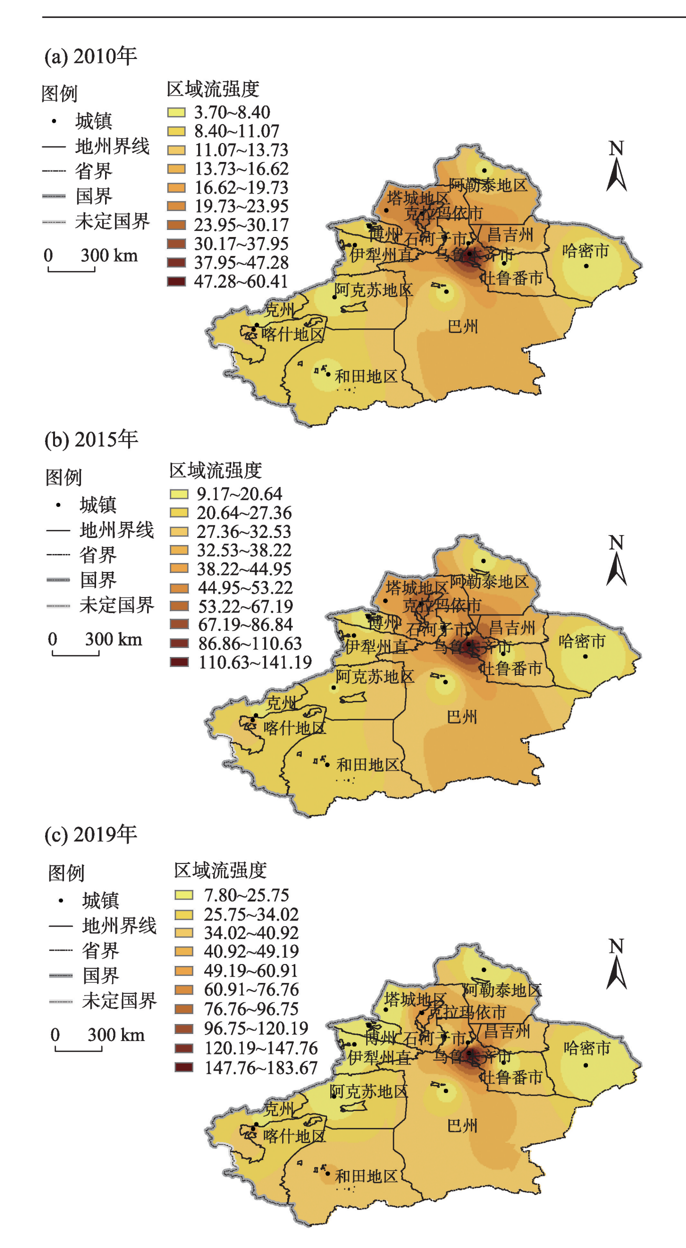
2.2　经济联系网络结构演变特征

运用修正引力模型计算出新疆15个地州市间的经济联系强度，以ArcGIS 10.2软件自然间断点分级法绘制出2010、2015年和2019年新疆15个地州市经济联系网络图，不显示经济联系强度小于0.04的值，划分4个等级分别为强联系、较强联系、一般联系和较弱联系（图2）。

（1）区域间经济联系线以乌鲁木齐市为中心向边缘区域呈放射状分布。2010年强联系有乌鲁木齐市—克拉玛依市、乌鲁木齐市—吐鲁番市、乌鲁木齐市—哈密市等5条；2015年强联系无明显变化；2019年新疆区域经济强联系关系不再局限于北疆城市间，涌现出一批建立起新联系的区域，例如乌鲁木齐市—巴州、乌鲁木齐市—克州。较强联系10 a间均保持14条，克拉玛依市自2015年起先后与哈密市、克州、巴州建立较强经济联系。截至2019年，强及较强联系占比达18.09%，但需强调的是乌鲁木齐市经济联系强度最高，这种单核心的发展模式制约新疆区域经济协调发展。

（2）区域内部经济联系强度空间分布差异较大，经济联系强度具有整体弱而局部强的特点。核心区的辐射带动能力不断增强，边缘地区整体联系较为松散，经济联系度极低，大多均小于0.05，处于游离态中不利于新疆整体发展。2010年一般联系共13条，2015年一般联系提升至38条；2019年较弱联系由2010年73条降至51条，占比降低至48.57%，较2010年（69.52%）呈阶梯式下降状态，新疆低等级经济联系格局显著。区域经济联系呈现以乌鲁木齐市、石河子市、克拉玛依市等区域核心城市为中心，由核心到边缘、由北疆向南疆经济联系强度、数量层层递减的分布特征。

（3）新疆区域经济联系并未完全形成网络，依



注:该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2019)3333号的标准地图制作,底图边界无修改。下同。

图1 新疆区域流强度的空间动态插值

Fig. 1 Spatial dynamic interpolation of regional flow intensity in Xinjiang

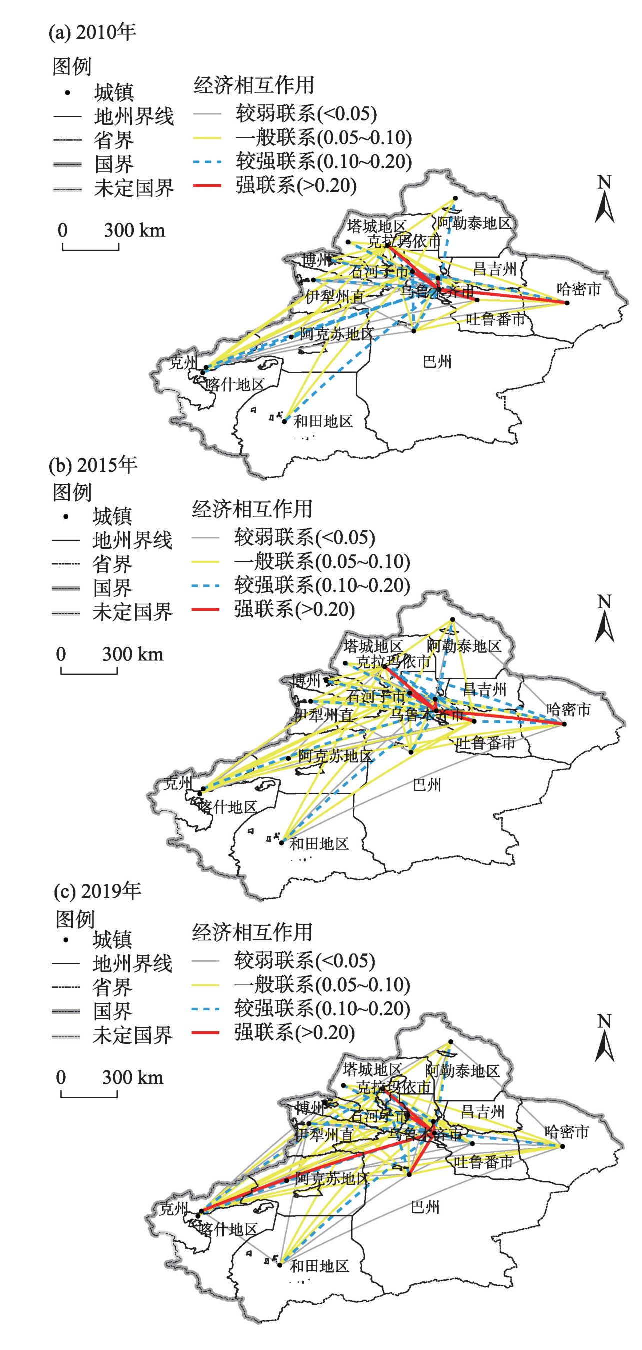


图2 新疆经济联系网络

Fig. 2 Economic connection networks of Xinjiang

然存在缺陷。经济联系仍处于“极核式”发展阶段,乌鲁木齐市核心地位突出,2010—2019年保持一贯的最强发展态势,石河子市和克拉玛依市的次中心地位突出,一直稳居于2、3位。逐步打破了仅以北疆地州市之间的紧密联系格局,但大部分区域依然有进一步加强经济联系的潜力,尤其是边缘区域间没有形成强经济联系,这对新疆区域经济联系结构形成圈层状网络结构至关重要。

自第一次中央新疆座谈会以来,经济联系强度水平总体增强,提升速度较为明显,经济联系方向趋于多样性,但经济联系强度绝对值仍较低。新疆经济联系网络中可得出,强联系在新疆表现为区域间存在强烈的经济互动活动;较强联系存在于两地间经济活动较为密切;一般联系通常出现在经济交流不频繁或由于地理衰减定律只能接受到核心城市较弱辐射的区域中;较弱联系出现于几乎很少有

经济互动的边缘区域间。

2.3 点度中心度

将2010、2015年和2019年经济隶属度矩阵导入Ucinet 6.2中，处理得到节点的网络中心性指标数据以及中心势数据（表3）。

表3　新疆区域经济联系的点度中心度

Tab. 3　Degree centrality of regional economic ties in Xinjiang

地州市	2010年	2015年	2019年
乌鲁木齐市	94.144	94.390	95.012
克拉玛依市	47.586	50.588	52.526
石河子市	53.708	56.374	47.288
吐鲁番市	37.295	47.091	32.607
哈密市	37.412	42.873	33.898
昌吉州	36.645	41.595	39.670
伊犁州直	31.880	35.580	33.564
塔城地区	30.267	32.441	31.649
阿勒泰地区	30.521	32.852	32.043
博州	30.895	33.791	32.666
巴州	35.048	35.142	35.557
阿克苏地区	30.308	32.347	32.368
克州	32.207	34.001	35.365
喀什地区	30.236	32.301	31.648
和田地区	30.545	33.178	32.379
平均值	39.246	42.303	39.883

（1）从点度中心度排序来看，乌鲁木齐市、克拉玛依市和石河子市一直稳居新疆前3，且乌鲁木齐市和克拉玛依市点度中心度逐步升高，远远高于每年的平均值，说明乌鲁木齐市、克拉玛依市、石河子市在新疆各地州市之间具有绝对的中心地位，是区域经济、人才、技术等经济要素的集聚中心。

（2）除以上3个核心城市外，就平均值而言哈密市、吐鲁番市和昌吉州也具有相对较高的点度中心度，证明这3个地区也在一定程度上辐射和扩散了经济要素。新疆15个地州市之间点度中心度差异巨大，南疆四地州标准化后的点度中心度比首府乌鲁木齐市低3倍，两极分化现象十分严重。

（3）网络中心势由2010年的63.34%，下降至2015年的60.10%，2019年增加为63.61%。表明在2010—2015年新疆经济网络整体中心性水平略有降低，极化现象有所缓解，2015—2019年新疆经济网络整体中心性水平较强，处于极化发展阶段。

2.4 凝聚子群分析

运用Ucinet 6.2软件的迭代相关收敛算法（Concor），得到凝聚子群分布图（图3）。结果显示，2010、2015年和2019年经济联系凝聚子群在2级层面上都被划分为4个区域子群，在第3级层面上2010年和2019年分为5个群组，2015年分为6个群组。

（1）2010年第Ⅰ子群为乌鲁木齐市；第Ⅱ子群为克拉玛依市—石河子市。2015年第Ⅰ子群为乌鲁木齐市—石河子市；第Ⅱ子群为吐鲁番市—克拉玛依市—哈密市。2019年第Ⅰ子群为乌鲁木齐市；第Ⅱ子群为克拉玛依市—石河子市。第Ⅰ、Ⅱ子群皆分布于北疆地区，空间自组织能力较强，整体经济能力在联系中加强。

（2）2010年第Ⅲ子群为吐鲁番市—哈密市—昌吉州—巴州；第Ⅳ子群在3级层面上又分为2个群组，分别为伊犁州直—克州和塔城地区—阿勒泰地区—南疆四地州。2015年第Ⅲ子群由伊犁州直—昌吉州形成。2019年第Ⅲ子群也在3级层面上形成了2个群组，分别为吐鲁番市—阿克苏地区—伊犁州直—和田地区—博州；塔城地区—喀什地区—阿勒泰地区。从第Ⅲ、Ⅳ子群中可看出10 a间子群成员分布有不小的变化，东疆部分城市与南疆地州之间建立起不同程度的联系，打破距离障碍，但会造成分布散乱，形成空间割裂现象。

从各子群分布可见，新疆地州市之间以乌鲁木齐市为核心，克拉玛依市、石河子市联系较为紧密，2019年昌吉州则与其他地州市之间联系不够密切，在融入区域经济发展中还需努力。自2014年来城际列车的开通，线路逐步丰富，直接影响了沿线地区的交流与集聚，南疆和东疆中子群相对分散，联系较弱。新疆在加强联系、整合发展要素能力等方面有待进一步提升。

3 讨 论

新疆作为西部大开发和“一带一路”的核心地带，由于环境和经济基础较为薄弱，制约了新疆经济的协调水平，使得其经济联系网络仍处于培育发展阶段。在前人研究[16-17]基础上，选择新疆经济处于大发展的近10 a，结合区域流模型和引力模型对新疆经济联系结构进行研究，为新疆经济网络格局优化和区域经济协同发展提出建议。结果表明新

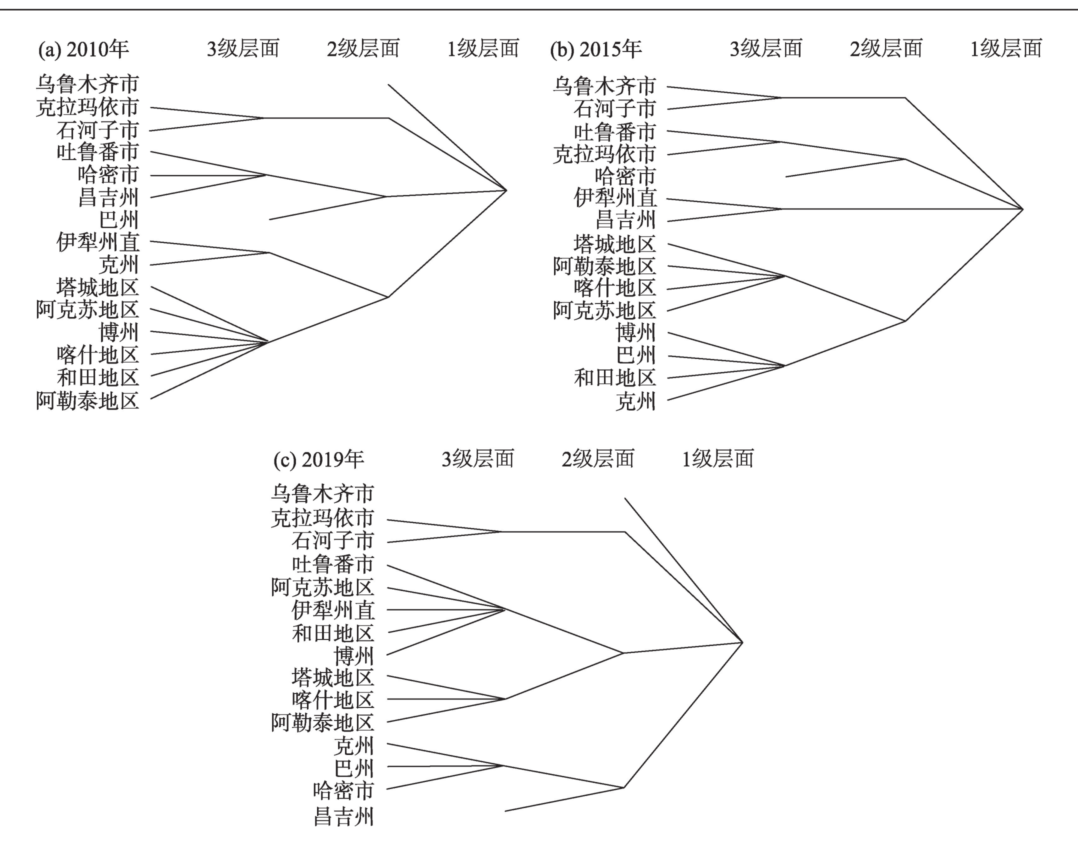


图3 新疆区域经济联系网络凝聚子群分析

Fig. 3 Cohesive subgroup analysis of regional economic connection network in Xinjiang

疆区域流强度整体抬升，呈北高南低分布格局以及经济联系强度空间分布差异较大，与郭爱君等[14]、高新才等[16]研究结果相似。目前，新疆各地州市经济发展水平不同，经济基础差异较大，对于不同区域之间经济联系的细分研究，有待进一步探讨。另一方面受制于数据的缺乏，运用引力模型更多地依赖于地州市质量水平，致使其他因素，如交通水平的提升、经济基础资源禀赋、政策支持等积极作用尚未体现，研究方法仅选用社会网络分析法的点度中心度和凝聚子群，使得本文研究具有一定局限性。此外，新疆"一圈一带一群"城市发展格局正处在形成阶段，其辐射范围及能力仍在整合重组中，围绕其辐射范围和经济联系展开空间结构演变的探讨，也是未来进一步探究的方向。

4 结论与建议

4.1 结论

（1）新疆经济整体集聚与辐射能力较弱，产业优势不明显。乌鲁木齐市、克拉玛依市等外向功能量相对较大的城市呈现出增长极化发展趋势使得人流、物流、资金流等要素流皆汇入其中，区域内地州市间区域流强度的时空分异特征显著，大多数地州市的区域流强度偏低，但在10 a间区域流强度有不同程度的增加，中心城市乌鲁木齐市、克拉玛依市、石河子市在区域内有一定程度的辐射和带动作用，但其辐射范围和强度能力有限，涓滴效应较弱，区域内外围地区由于缺乏增长动力，存在发展局限性，导致与核心城市间发展差距过大，进一步造成新疆区域流形成中心—外围梯度差异性特征。

（2）新疆区域经济联系并未完全形成网络，在10 a间新疆经济联系逐步形成以首府乌鲁木齐市为中心，克拉玛依市和石河子市为次中心的放射状空间联系。乌鲁木齐市、克拉玛依市、石河子市、哈密市城市间的经济联系强度以及紧密程度远大于其他地州，成为区域发展的核心地带，南疆与北疆之间的动态发展能力存在差距。近10 a区域核心地带的经济联系整体提升程度不高。因此，联系发展过程中虹吸效应远大于涓滴效应，对边缘地州会造成一定程度上的经济屏蔽作用，使得南疆地州经济联系松散，新疆低等级经济联系格局显著。

（3）从网络结构来看，2010—2019年新疆经济

联系网络结构尚不稳定，经济联系强的区域对周边地区具有强大的集聚、扩散和资源控制能力，在网络中表现为较高的点度中心度，在极化效应作用下经济联系日益增强，进而带动大量区域内外人口和资源流动。网络中心势波动不大，整体中心性水平以极化效应为主，区域经济发展不均衡。新疆经济联系空间网络2010—2019年分为4个凝聚子群，子群内部成员在10 a间不断产生变化，3级群组逐步打破距离障碍，不再依赖行政区划分。至2019年，空间分割现象严重，群内分布较分散，区域间的集聚程度较低，但子群内部小团体联系部分增强。

4.2 建议

（1）在新疆总体经济实力和区域流水平差距悬殊的现状下，结合自身资源禀赋，改善新疆区域流强度结构，对辐射带动能力弱、区域流强度低的边缘城市应把握国家战略机遇。走发挥新疆独特优势的绿色、环保之路，以旅游业为十大产业之首、推动三产融合发展，解决制约产业发展存在的问题，提升对外服务水平，整合各类资源，形成新疆品牌以及新疆特色。以飞地经济为提升区域流强度的突破口，加快构建属于新疆的现代化产业体系，同时促进传统产业的高质量、绿色发展；运用新媒体“直播经济”方式，作为城市经济增长的营销工具。

（2）构建区域协调发展的合作机制，以乌鲁木齐市为核心的乌鲁木齐都市圈，结合天山北坡城市带带动南疆城市群经济发展，培育南疆区域经济次核心，提升新疆整体经济竞争力。充分利用乌鲁木齐市区域经济核心的辐射范围和能力带动全疆经济联动的同时，将克拉玛依市、石河子市以资源优势的牵引作用，优化产业结构，提高城市经济总体实力，加强与乌鲁木齐市在经济各方面的合作，同时在“非油产业”和农业等优势产业培育经济增长点。边缘区域结合区位、市场和政策优势，发挥新疆口岸城市对外贸易优势，建成外商投资和对外开放的开发高地，提升新疆整体经济竞争力。

（3）建设区域性综合交通枢纽，构建南北疆贯通交通网，打通新疆铁路交通网络中的“毛细血管”，扩大边缘区域铁路覆盖面，提高城际列车密度，缩短经济交流的物理距离，对于边缘地区脱贫减贫具有重要意义。积极主动利用兰新高铁的便利性，打破行政界限，削弱新疆区域结构分散的限制，促进各类生产、生活要素流自由流动，优化资源结构配置，提升自身经济联系强度。形成以乌鲁木齐市为核心，依托兰新高铁和新疆城际铁路为交通经济带的“板块经济”模式的经济联系格局。

参考文献（References）

[1] Krisztin T, Fischer M M. The gravity model for international trade: Specification and estimation issues[J]. Spatial Economic Analysis, 2015, 10(4): 451-470.

[2] Reilly W J. Methods for the study of retail relationships[M]. Austin: University of Texas Press, 1929.

[3] Zipf G K. The PIP2/D Hypothesis: On the intercity movement of persons[J]. American Sociological Review, 1946(12): 677-686.

[4] 顾朝林, 庞海峰. 基于重力模型的中国城市体系空间联系与层域划分[J]. 地理研究, 2008, 27(1): 1-12. [Gu Chaolin. Pang Haifeng. Study on spatial relations of Chinese urban system: Gravity model approach[J]. Geographical Research, 2008, 27(1): 1-12.]

[5] 赵东霞, 韩增林, 赵彪. 东北地区城市经济联系的空间格局及其演化[J]. 地理科学, 2016, 36(6): 846-854. [Zhao Dongxia, Han Zenglin, Zhao Biao. Spatial framework and change of the northeast China's economic links[J]. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(6): 846-854.]

[6] 叶珊珊, 曹明明, 胡胜. 关中平原城市群经济联系网络结构演变及对经济增长影响研究[J]. 干旱区地理, 2022, 45(1): 277-286. [Ye Shanshan, Cao Mingming, Hu Sheng. Evolution of economic connection network structure in the Guanzhong Plain city cluster and its impact on economic growth[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(1): 277-286.]

[7] Castells M. The rise of the network society[M]. Oxford: Blackwell, 1996.

[8] 孙阳, 张落成, 姚士谋. 基于快递企业总-分机构的中国城市网络空间结构[J]. 中国科学院大学学报, 2017, 34(5): 591-597. [Sun Yang, Zhang Luocheng, Yao Shimou. Spatial structure of urban network in China based on the headquarters and branches of express enterprises[J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences, 2017, 34(5): 591-597.]

[9] 王开泳, 邓羽. 基于微博数据的中原城市群空间联系强度测度[J]. 中国科学院大学学报, 2016, 33(6): 775-782. [Wang Kaiyong, Deng Yu. Identification of spatial connection intensity of Zhongyuan urban agglomeration based on microblogging[J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences, 2016, 33(6): 775-782.]

[10] 姜博, 修春亮, 陈才. 环渤海地区城市流强度动态分析[J]. 地域研究与开发, 2008, 27(3): 11-15. [Jiang Bo, Xiu Chunliang, Chen Cai. Dynamic analysis of the intensity of urban flow in Bohai Rim[J]. Areal Research and Development, 2008, 27(3): 11-15.]

[11] 赵林, 韩增林, 马慧强. 中原经济区城市内在经济联系分析[J].

经济地理, 2012, 32(3): 57-62, 8. [Zhao Lin, Han Zenglin, Ma Huiqiang. Analysis of the inherent functional relations of Central Plains economic region[J]. Economic Geography, 2012, 32(3): 57-62, 8.]

[12] 于谨凯, 马健秋. 山东半岛城市群经济联系空间格局演变研究[J]. 地理科学, 2018, 38(11): 1875-1882. [Yu Jinkai, Ma Jianqiu. Spatial pattern evolution of economic links in Shandong Peninsula urban agglomeration[J]. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(11): 1875-1882.]

[13] 王海江, 苗长虹, 乔旭宁. 黄河经济带中心城市服务能力的空间格局[J]. 经济地理, 2017, 37(7): 33-39. [Wang Haijiang, Miao Changhong, Qiao Xuning. Central cities external service capabilities spatial distribution of Yellow River economic belt[J]. Economic Geography, 2017, 37(7): 33-39.]

[14] 郭爱君, 毛锦凰. 丝绸之路经济带与西北城市群协同发展研究[J]. 甘肃社会科学, 2016(1): 74-79. [Guo Aijun, Mao Jinhuang. Study on the synergistic development of silk road economic belt and northwest urban agglomeration[J]. Gansu Social Sciences, 2016(1): 74-79.]

[15] 王方方, 杨焕焕. 粤港澳大湾区城市群空间经济网络结构及其影响因素研究——基于网络分析法[J]. 华南师范大学学报(社会科学版), 2018(4): 110-120, 191. [Wang Fangfang, Yang Huanhuan. Research on the urban agglomeration spatial economic network structure of Guangdong-Hongkong-Macao Greater Bay Area and its influencing factors: Based on analytic network process[J]. Journal of South China Normal University (Natural Science Edition), 2018(4): 110-120, 191.]

[16] 高新才, 杨芳. 丝绸之路经济带城市经济联系的时空变化分析——基于城市流强度的视角[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2015, 43(1): 9-18. [Gao Xincai, Yang Fang. Analysis of temporal-spatial changes of urban economic ties on the Silk Road economic belt: From the perspective of urban flow intensity[J]. Journal of Lanzhou University (Social Sciences Edition), 2015, 43(1): 9-18.]

[17] 李金叶, 杜晓宇. 援疆背景下的新疆经济发展研究[J]. 干旱区地理, 2014, 37(6): 1264-1271. [Li Jinye, Du Xiaoyu. Economic development of Xinjiang under the background of the counterpart support[J]. Arid Land Geography, 2014, 37(6): 1264-1271.]

[18] 张富涛, 钱勇生, 曾俊伟, 等. 高速铁路背景下西北地区铁路可达性与空间相互作用格局变化分析[J]. 干旱区地理, 2021, 44(4): 1164-1174. [Zhang Futao, Qian Yongsheng, Zeng Junwei, et al. Railway accessibility and spatial interaction pattern change in northwest China in the background of high speed rail[J]. Arid Land Geography, 2021, 44(4): 1164-1174.]

[19] 孔令章, 李晓东, 白洋, 等. 长距离高铁对沿线城市旅游经济联系的空间影响及角色分析——以兰新高铁为例[J]. 干旱区地理, 2019, 42(3): 681-688. [Kong Lingzhang, Li Xiaodong, Bai Yang, et al. Spatial effect of long-distance high-speed railway on tourism economic link and role analysis of cities along the railway: A case of Lanzhou-Xinjiang high-speed rail[J]. Arid Land Geography, 2019, 42(3): 681-688.]

[20] 效瑞, 白永平, 车磊, 等. 兰新高铁沿线县域可达性时空收敛效应与经济潜力特征分析[J]. 干旱区地理, 2020, 43(3): 831-838. [Xiao Rui, Bai Yongping, Che Lei, et al. Effect of time-space convergence and economic potential characteristics of county accessibility along the Lanzhou-Xinjiang high-speed railway[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(3): 831-838.]

[21] 姚士谋, 朱英明, 陈振光, 等. 中国城市群[M]. 第二版. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001: 144-157. [Yao Shimou, Zhu Yingming, Chen Zhenguang, et al. Chinese urban agglomerations [M]. 2nd ed. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2001: 144-157.]

[22] 朱英明. 城市群经济空间分析[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 77-86. [Zhu Yingming. Economic spatial analysis of urban agglomerations[M]. Beijing: Science Press, 2004: 77-86.]

[23] 初楠臣, 张平宇, 吴相利, 等. 俄罗斯东部地区首府的城市流强度研究[J]. 地域研究与开发, 2021, 40(5): 82-87. [Chu Nanchen, Zhang Pingyu, Wu Xiangli, et al. Urban flow intensity in the capitals of eastern Russia[J]. Areal Research and Development, 2021, 40(5): 82-87.]

[24] Haggett P. Locational analysis in human geography[M]. London: Edward Arnold Ltd, 1965: 33-40.

[25] 郭卫东, 钟业喜, 傅钰. 长江中游城市群经济联系能力比较[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2019, 51(3): 79-87. [Guo Weidong, Zhong Yexi, Fu Yu. Comparison of economic linkage capacity between the urban agglomerations in the middle reaches of the Yangtze River[J]. Journal of South China Normal University (Natural Science Edition), 2019, 51(3): 79-87.]

[26] Meng X L, Jia L M. Train timetable stability evaluation based on analysis of interior and exterior factors information entropy[J]. Applied Mathematics & Information Sciences, 2014, 8(3): 1319-1325.

[27] 刘军. 整体网分析讲义: UCINET软件实用指南[M]. 上海: 格致出版社上海人民出版社, 2009. [Liu Jun. Overall network analysis: UCINET software usage guide[M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2009.]

[28] 史琴琴, 康江江, 鲁丰先, 等. 山西省县域可达性及城市经济联系格局[J]. 地理科学进展, 2016, 35(11): 1340-1351. [Shi Qinqin, Kang Jiangjiang, Lu Fengxian, et al. Accessibility and urban economic linkages of counties in Shanxi Province[J]. Progress in Geography, 2016, 35(11): 1340-1351.]

[29] 王珏, 陈雯, 袁丰. 基于社会网络分析的长三角地区人口迁移及演化[J]. 地理研究, 2014, 33(2): 385-400. [Wang Jue, Chen Wen, Yuan Feng. Human mobility and evolution based on social network: An empirical analysis of Yangtze River Delta[J]. Geographical Research, 2014, 33(2): 385-400.]

[30] 孙宇, 彭树远. 长三角城市创新网络凝聚子群发育机制研究——基于多值ERGM[J]. 经济地理, 2021, 41(9): 22-30. [Sun Yu, Peng Shuyuan. Development mechanism of cohesive subgroups' urban innovation networks in the Yangtze River Delta: Based on the valued ERGM[J]. Economic Geography, 2021, 41(9): 22-30.]

Evolution of spatial and temporal pattern of regional economic connection network in Xinjiang

LI Nan, LI Xiaodong, LIU Xiang, LIU Bailing

(College of Geography and Remote Sensing Sciences, Xinjiang University, Urumqi 830017, Xinjiang, China)

Abstract: Xinjiang is an underdeveloped region in China, and as the core area of the Western Development and the "Belt and Road", it is an important gateway for China to open up to Central and South Asia. The linkages and development of Xinjiang's regional economy are of great relevance to the quality development of the economy and its organic integration into the overall layout of the country's opening up to the west. Using ArcGIS 10.2 and Ucinet 6.2 software, this study uses 2010, 2015, and 2019 as time points, relying on the regional flow model and gravity model, to measure regional flow intensity and regional economic linkages and analyze the economic network structure evolution of 15 prefectures and cities in Xinjiang, China over the decade in terms of point degree centrality and cohesive subgroups through social network analysis. The research results show the following: (1) Regional flow intensity shows high and low development patterns in the north and south, respectively, with an average improvement rate of 60% over the decade, with Urumqi City and Kashgar region leading the way in terms of regional flow intensity-related indicators, with both partially increasing, but the core drive of the central region is generally slightly weaker, and the radiation range and intensity should be strengthened. (2) The number of weak economic ties in Xinjiang dropped to 48.57% in 2019, but the pattern of low-level economic ties is significant. Xinjiang's regional economic linkages have not fully formed a network and still suffer from development deficiencies, gradually forming a radial spatial linkage pattern with Urumqi City as the center and Karamay City and Shihezi City as sub-centers; however, the overall degree of economic linkage enhancement over the decade is not high, and the siphoning effect is significantly greater than the trickle-down effect in the process. (3) The structure of Xinjiang's economic linkage network from 2010 to 2019 remains unstable, with the central potential of the network reaching 63.61% in 2019. Regions with strong economic linkages have strong agglomeration, diffusion, and resource control capabilities over the surrounding areas and show a higher degree of point centrality in the network. The spatial segmentation phenomenon is severe, and the overall spatiotemporal network pattern of economic ties in Xinjiang has a significant "core-edge" phenomenon, showing a spatial distribution pattern of "strong in the northeast and weak in the southwest".

Key words: regional flow intensity; economic connection; social network analysis; Xinjiang